

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-295698

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

H04S 1/00

H04N 5/60

(21)Application number : 11-100819

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 08.04.1999

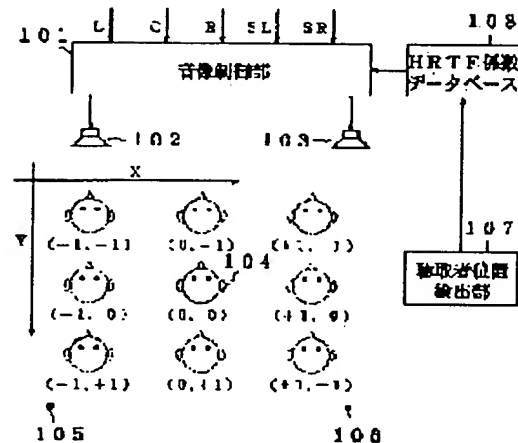
(72)Inventor : TOKUNAGA SHINJI

(54) VIRTUAL SURROUND SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a virtual surround effect independently of a position of a listener.

SOLUTION: A sound image control section 101 of this virtual surround system receives multi-channel audio signals L, C, R, SL, SR. Then a position of a listener 104 with respect to a front speaker is expressed in the X-Y coordinates to conduct virtual surround processing corresponding to the respective positions. When a listener position detection section 107 detects a position of the listener 104, the position information is given to an HRTF coefficient database 108. The HRTF coefficient database 108 retrieves an HRTF coefficient corresponding to the inputted position information and gives it to a sound image control section 101. The control section 101 uses only a front right speaker 102 and a front left speaker 103 to output a rear surround sound.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-295698

(P2000-295698A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許出願公開番号
H 0 4 S	1/00	H 0 4 S	1/00
H 0 4 N	5/60	H 0 4 N	5/60

審査請求 未請求 請求項の数 8 ○ L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-100819

(22) 出願日 平成11年4月8日 (1999. 4. 8)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 徳永 真志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100084364

弁理士 岡本 宜喜

Fターム(参考) 5C026 DA20

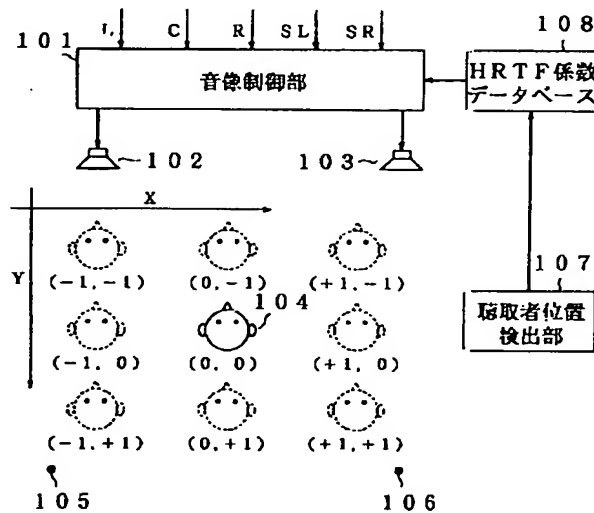
5D062 AA64 AA65 AA66

(54) 【発明の名称】 パーチャルサラウンド装置

(57) 【要約】

【課題】 聴取者の位置に係わらず、パーチャルサラウンド効果を得られるようにする。

【解決手段】 音像制御部101はマルチチャンネルのオーディオ信号L, C, R, SL, SRを入力する。そして、聴取者104の前方スピーカに対する位置をX-Y座標で表し、夫々の位置に対応したパーチャルサラウンド処理を行う。聴取者位置検出部107が聴取者104の位置を検出すると、その位置情報をHRTF係数データベース108に与える。HRTF係数データベース108は入力された位置情報に対応したHRTF係数を検索し、音像制御部101に与える。こうして前方右スピーカ102、前方左スピーカ103のみを用いて、後方のサラウンド音を出力する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 聴取者の前方音及び後方音を再生するための3チャンネル以上のオーディオ信号を入力し、頭部伝達関数(HRTF係数)を用いて後方2チャンネルのオーディオ信号を畳み込み処理し、後方等価前方オーディオ信号を生成する音像制御部と、

前記音像制御部から出力された後方等価前方オーディオ信号と前方オーディオ信号を音に変換する前方左スピーカ及び前方右スピーカと、

前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに対する前記聴取者の受聴位置を検出し、位置情報を出力する聴取者位置検出部と、

前記聴取者の n 個の異なる受聴位置に対応して n 組の前記HRTF係数を保持し、前記聴取者位置検出部の出力する位置情報 P_i ($i=1\sim n$)に基づいて、第 i 組のHRTF係数を検索して前記音像制御部に与えるHRTF係数データベースと、を具備することを特徴とするバーチャルサラウンド装置。

【請求項2】 聴取者の前方音及び後方音を再生するための3チャンネル以上の信号を入力し、頭部伝達関数(HRTF係数)を用いて後方2チャンネルのオーディオ信号を畳み込み処理し、後方等価前方オーディオ信号を生成する音像制御部と、

前記音像制御部から出力された後方等価前方オーディオ信号と前方オーディオ信号を音に変換する前方左スピーカ及び前方右スピーカと、

前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに対する n 個の受聴位置のうち、前記聴取者の受聴位置を識別し、位置情報 P_i ($i=1\sim n$ のいずれか)を出力する聴取者位置検出部と、

前記聴取者位置検出部の出力する位置情報 P_i に基づいて、第 i 組のHRTF係数を演算して前記音像制御部に与えるHRTF係数演算部と、を具備することを特徴とするバーチャルサラウンド装置。

【請求項3】 前記聴取者位置検出部は、

前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、

前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数個の指向性マイクロホンと、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号の收音時刻又は收音時刻差を時刻情報として送信する送受信機と、

前記送受信機から送信された前記時刻情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数データベースに与える受信部と、を具備するものであることを特徴とする請求項1記載のバーチャルサラウンド装置。

【請求項4】 前記聴取者位置検出部は、

前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で

出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、

前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数個の指向性マイクロホンと、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号を受信波形情報として送信する送受信機と、

前記送受信機から送信された前記受信波形情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数データベースに与える受信部と、を具備するものであることを特徴とする請求項1記載のバーチャルサラウンド装置。

【請求項5】 前記聴取者位置検出部は、

前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、

前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数個の指向性マイクロホンと、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号の收音時刻又は收音時刻差を時刻情報として送信する送受信機と、

前記送受信機から送信された前記時刻情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数演算部に与える受信部と、を具備するものであることを特徴とする請求項2記載のバーチャルサラウンド装置。

【請求項6】 前記聴取者位置検出部は、

前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、

前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数個の指向性マイクロホンと、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号を受信波形情報として送信する送受信機と、

前記送受信機から送信された前記受信波形情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数演算部に与える受信部と、を具備するものであることを特徴とする請求項2記載のバーチャルサラウンド装置。

【請求項7】 前記聴取者位置検出部は、

前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに近接して設けられ、強度変調した光信号を発生する光信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向から到来する光信号を夫々受光する複数個の狭指向性の光センサと、前記各光センサで得られた光信号の受光強度と前記光センサの番号とを受光情報として送信する送受信機と、

前記送受信機から送信された前記受光情報を受信し、前

記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数データベースに与える受信部と、を具備するものであることを特徴とする請求項1記載のバーチャルサラウンド装置。

【請求項8】 前記聴取者位置検出部は、前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに近接して設けられ、強度変調した光信号を発生する光信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向から到来する光信号を夫々受光する複数個の狭指向性の光センサを有し、前記各光センサで得られた光信号の受光強度と前記光センサの番号とを受光情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記受光情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数演算部に与える受信部と、を具備するものであることを特徴とする請求項2記載のバーチャルサラウンド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】3チャンネル以上のオーディオ信号を再生する装置に係わり、聴取者の後方スピーカより再生されるべき音声を信号処理した後、前方2つのスピーカより再生するに際し、特に聴取者と前方2つのスピーカとの距離が変化する場合にもサラウンド効果を与えることが可能なバーチャルサラウンド装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、再生音のマルチチャンネル化が進み、家庭においても映画館と同等のサラウンド音場を提供する装置が供給されている。例えば、DVD（デジタル・バーサタイル・ディスク）では、映画で広く用いられているDolby Digital (AC-3) によってオーディオ信号が記録されている。この方式は、再生時に前方3チャンネル（L、C、R）、後方2チャンネル（SL、SR）、スーパーウーファ（SW）という6つのスピーカを用いてオーディオを出力することにより、迫力のあるサラウンド効果を得るものである。しかし、家庭でこのような多数のスピーカを設置するには、一般的にはスペースとコストに問題がある。

【0003】このため、前方2つのスピーカのみでサラウンド効果を得るバーチャルサラウンド方式が考案されている。特に最近では頭部伝達関数（HRTF係数）によって、本来後方スピーカから再生される音声を、前方2つのスピーカのみで再生する方式が考案され、高い効果を得ている。このような技術の参考文献として、「音像

$$H_m * Y_L + H_c * Y_r = T_m * U_L + T_c * U_r \dots (1)$$

【0008】また、聴取者104の右耳に後方から達する音の代わりに等価な音を前方スピーカから出力するに

$$H_c * Y_L + H_m * Y_r = T_c * U_L + T_m * U_r \dots (2)$$

【0009】(1)、(2)式を変形すると、次の

$$Y_L = F_m * U_L + F_c * U_r + F_x * Y_r \dots (3)$$

$$Y_r = F_c * U_L + F_m * U_r + F_x * Y_L \dots (4)$$

制御における回路削減の一検討」（熊本：日本音響学会講演論文集 平成9年）がある。

【0004】以下、図2、図3、図4を用いて、HRTFを用いたバーチャルサラウンドの一例を説明する。図2、図3において、聴取者の居る空間に前方左スピーカ102と前方右スピーカ103とが設けられている。音像制御部101は、後方の左スピーカ105から出力されるべきオーディオ信号UL（＝SL）と、後方の右スピーカ106から出力されるべきオーディオ信号Ur（＝SR）とを入力し、頭部伝達関数（HRTF係数）を用いて信号処理を行い、前方2チャンネル分のオーディオ信号YL、Yrを生成するものである。

【0005】聴取者104の頭部を104aとすると、頭部104aは左右スピーカの中央に位置するものとする。図2において前方左スピーカ102から聴取者104の左耳までの伝達関数をHmとすると、図3に示すように前方右スピーカ103から聴取者104の右耳までの伝達関数もHmとなる。また図2において前方右スピーカ103から聴取者104の左耳までの伝達関数をHcとすると、図3に示すように前方左スピーカ102から聴取者104の右耳までの伝達関数もHcとなる。更に後方左スピーカ105から聴取者104の左耳までの伝達関数をTmとすると、後方右スピーカ106から聴取者104の右耳までの伝達関数はTmとなる。また後方右スピーカ106から聴取者104の左耳までの伝達関数をTcとすると、後方左スピーカ105から聴取者104の右耳までの伝達関数はTcとなる。

【0006】図2において聴取者104の左耳に後方から達する音（オーディオ）は、後方左スピーカ105から再生されるオーディオ信号ULに伝達関数Tmを畳み込み演算したものと、後方右スピーカ106から再生されるオーディオ信号Urに伝達関数Tcを畳み込み演算したものの和になる。

【0007】後方スピーカから聴取者104の左耳に達する音の代わりに、等価な音を前方スピーカから出力するには、前方左スピーカ102から再生されるオーディオ信号YLに伝達関数Hmを畳み込み演算したものと、前方右スピーカ103から再生されるオーディオ信号Yrに伝達関数Hcを畳み込み演算したものの和が、後方からの音声に等しくなるように伝達関数YL、Yrを生成すれば良い。このため次の(1)式が成立する。以降の式において、*は畳み込み演算を表す記号とする。

は、図3から次の(2)式を満足する伝達関数YL、Yrを生成すれば良い。

ただし、 F_m 、 F_c 、 F_x は次のような伝達関数の比で定義される。

$$F_m = T_m / H_m, F_c = T_c / H_m, F_x = -H_c / H_m$$

【0010】(3)式及び(4)式を満足する等価回路を作ると、図4のようなブロック図になる。このような回路を図2及び図3の音像制御部101に組み込むと、後方スピーカを用いず、前方スピーカを用いてあたかも後方スピーカの音を出力したような効果が得られる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従来技術では、頭部伝達関数(HRTF)を、空間上の1点、即ち基準位置でのみ求めて、それを基に前方スピーカから再生する音を生成するようにしている。このような方法では、聴取者104の位置が基準位置と異なる場合に、サラウンド効果が減少するという問題点がある。

【0012】本発明は、このような従来問題点に鑑みてなされたものであって、聴取者が基準位置と異なる場所に位置していても、音場再生効果のあるバーチャルサラウンド装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本願の請求項1の発明は、聴取者の前方音及び後方音を再生するための3チャンネル以上のオーディオ信号を入力し、頭部伝達関数(HRTF係数)を用いて後方2チャンネルのオーディオ信号を畳み込み処理し、後方等価前方オーディオ信号を生成する音像制御部と、前記音像制御部から出力された後方等価前方オーディオ信号と前方オーディオ信号を音に変換する前方左スピーカ及び前方右スピーカと、前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに対する前記聴取者の受聴位置を検出し、位置情報を出力する聴取者位置検出部と、前記聴取者のn個の異なる受聴位置に対応してn組の前記HRTF係数を保持し、前記聴取者位置検出部の出力する位置情報 P_i ($i=1\sim n$)に基づいて、第i組のHRTF係数を検索して前記音像制御部に与えるHRTF係数データベースと、を具備することを特徴とするものである。

【0014】本願の請求項2の発明は、聴取者の前方音及び後方音を再生するための3チャンネル以上の信号を入力し、頭部伝達関数(HRTF係数)を用いて後方2チャンネルのオーディオ信号を畳み込み処理し、後方等価前方オーディオ信号を生成する音像制御部と、前記音像制御部から出力された後方等価前方オーディオ信号と前方オーディオ信号を音に変換する前方左スピーカ及び前方右スピーカと、前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに対するn個の受聴位置のうち、前記聴取者の受聴位置を識別し、位置情報 P_i ($i=1\sim n$ のいずれか)を出力する聴取者位置検出部と、前記聴取者位置検出部の出力する位置情報 P_i に基づいて、第i組のHRTF係数を演算して前記音像制御部に与えるHRTF係数演

算部と、を具備することを特徴とするものである。

【0015】本願の請求項3の発明は、請求項1のバーチャルサラウンド装置において、前記聴取者位置検出部は、前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数の指向性マイクロホンとを有し、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号の收音時刻又は收音時刻差を時刻情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記時刻情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数データベースに与える受信部と、を具備することを特徴とするものである。

【0016】本願の請求項4の発明は、請求項1のバーチャルサラウンド装置において、前記聴取者位置検出部は、前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数の指向性マイクロホンとを有し、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号を受信波形情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記受信波形情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数データベースに与える受信部と、を具備することを特徴とするものである。

【0017】本願の請求項5の発明は、請求項2のバーチャルサラウンド装置において、前記聴取者位置検出部は、前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々收音する複数の指向性マイクロホンとを有し、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号の收音時刻又は收音時刻差を時刻情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記時刻情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数演算部に与える受信部と、を具備することを特徴とするものである。

【0018】本願の請求項6の発明は、請求項2のバーチャルサラウンド装置において、前記聴取者位置検出部は、前記3チャンネル以上のオーディオ信号のうち、同相で出力すべきオーディオ信号を位置検出用オーディオ信号として前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに与える位置検出信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向の音を夫々収

音する複数個の指向性マイクロホン有し、前記各指向性マイクロホンで得られた位置検出用オーディオ信号を受信波形情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記受信波形情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数演算部に与える受信部と、を具備することを特徴とするものである。

【0019】本願の請求項7の発明は、請求項1のバーチャルサラウンド装置において、前記聴取者位置検出部は、前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに近接して設けられ、強度変調した光信号を発生する光信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向から到来する光信号を夫々受光する複数個の狭指向性の光センサを有し、前記各光センサで得られた光信号の受光強度と前記光センサの番号とを受光情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記受光情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数データベースに与える受信部と、を具備することを特徴とするものである。

【0020】本願の請求項8の発明は、請求項2のバーチャルサラウンド装置において、前記聴取者位置検出部は、前記前方左スピーカ及び前方右スピーカに近接して設けられ、強度変調した光信号を発生する光信号発生部と、前記聴取者の受聴位置に設けられ、前記受聴位置から見て異なる方向から到来する光信号を夫々受光する複数個の狭指向性の光センサを有し、前記各光センサで得られた光信号の受光強度と前記光センサの番号とを受光情報として送信する送受信機と、前記送受信機から送信された前記受光情報を受信し、前記聴取者の位置情報に変換して前記HRTF係数演算部に与える受信部と、を具備することを特徴とするものである。

【0021】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）本発明の実施の形態1におけるバーチャルサラウンド装置について、図面を参照しながら説明する。図1は本実施の形態におけるバーチャルサラウンド装置の構成を示すブロック図である。このバーチャルサラウンド装置は、音像制御部101、前方左スピーカ102、前方右スピーカ103、聴取者位置検出部107、HRTF係数データベース108を含んで構成される。

【0022】音像制御部101はオーディオ信号（L, C, R, SL, SR）を入力として、HRTF係数によるバーチャルサラウンド処理を施した後、変換されたオーディオ信号を前方左スピーカ102、前方右スピーカ103に与えるものである。音像制御部101は、従来技術の項で説明した頭部伝達関数（HRTF係数）を用いて後方2チャンネルのオーディオ信号を畳み込み処理し、後方等価前方オーディオ信号として出力する。なお、通常の前方オーディオ信号（L, R）は、音像制御部101では畳み込み処理されずに素通りする。

【0023】聴取者位置検出部107は聴取者104の受聴位置を検出し、HRTF係数データベース108に位置情報を出力するものである。ここではn個の異なる受聴位置があると想定し、聴取者位置検出部107は夫々の位置情報 P_i （ $i=1\sim n$ ）のいずれであるかを識別する。HRTF係数データベース108は、聴取者のn個の異なる受聴位置に対応してn組のHRTF係数を保持し、聴取者位置検出部107の出力する位置情報 P_i （ $i=1\sim n$ ）に基づいて、第i組のHRTF係数を検索して音像制御部に与える。ここでいう第i組のHRTF係数とは、受聴位置をiとすると、この位置iにおける左右両耳の伝達関数 H_{mi} , H_{ci} , T_{mi} , T_{ci} を組にしたものを意味する。また次式で定義される伝達関数の比の値 F_m , F_c , F_x の組を、位置iにおけるHRTF係数としてもよい。この場合は、伝達関数 H_{mi} , H_{ci} , T_{mi} , T_{ci} を用いた除算は予めなされているものとする。

$$F_m = T_m / H_m, F_c = T_c / H_m, F_x = -H_c / H_m$$

【0024】以上のように構成されたバーチャルサラウンド装置について、図1及び表1を用いてその動作を説明する。図1において、聴取者位置検出部107は聴取者の位置を検出し、位置情報をHRTF係数データベース108に出力する。

【0025】HRTF係数データベース108に登録されている聴取者のXY座標位置と、HRTF係数との対応関係を表1に示す。

【表1】

X \ Y	-2	-1	0	+1	+2
-2	$F_{-2, -2}$	$F_{-1, -2}$	$F_{0, -2}$	$F_{+1, -2}$	$F_{+2, -2}$
-1	$F_{-2, -1}$	$F_{-1, -1}$	$F_{0, -1}$	$F_{+1, -1}$	$F_{+2, -1}$
0	$F_{-2, 0}$	$F_{-1, 0}$	$F_{0, 0}$	$F_{+1, 0}$	$F_{+2, 0}$
+1	$F_{-2, +1}$	$F_{-1, +1}$	$F_{0, +1}$	$F_{+1, +1}$	$F_{+2, +1}$
+2	$F_{-2, +2}$	$F_{-1, +2}$	$F_{0, +2}$	$F_{+1, +2}$	$F_{+2, +2}$

ここではX方向が5つ、Y方向が5つ、 $n=25$ の座標位置に対するHRTF係数 F_{ij} が以下のように設定されて

いる。
【数1】

$$F_{i,j} = \begin{bmatrix} F_{ML}(i,j) & F_{CL}(i,j) & F_{XL}(i,j) \\ F_{MR}(i,j) & F_{CR}(i,j) & F_{XR}(i,j) \end{bmatrix}$$

HRTF係数データベース108は入力された聴取者位置でのHRTF係数を選択して、音像制御部101に出力する。音像制御部101はHRTF係数データベース108から入力されたHRTF係数を用いてバーチャルサラウンド処理を行う。つまり、音像制御部101に入力されるオーディオ信号(L, C, R, SL, SR)のうち、本来の後方左スピーカ105及び後方右スピーカ106から出力されるべきオーディオ信号SL及びSRを、聴取者の前方左スピーカ102及び前方右スピーカ103から出力しても、後方左スピーカ105及び後方右スピーカ106から出力されたと同じ聞こえ方をするように、HRTF係数を用いて入力オーディオ信号を畳み込み処理する。

【0026】このようにして処理されたオーディオ信号が聴取者104の前方スピーカ102及び103から音として出力されるため、聴取者104は後方左スピーカ105、後方右スピーカ106がなくても、また聴取者104の位置に依存することなく、サラウンド効果を得ることができる。

【0027】なお、上記のHRTF係数データベース108は、聴取者のサラウンド感応可能範囲をはずれる毎にHRTF係数を新たに登録するようにすれば、必要十分なHRTF係数を保持するように構成できる。また、HRTF係数を登録する聴取者104の位置を、前方2つのスピーカの中心線から左右対称に設定し、片側のHRTF係数のみを登録し、反対側は片側のHRTF係数の左右耳用を反対にして用いるようにすれば、さらに記憶すべきHRTF係数の個数を減らすことができる。

【0028】以上のように本実施の形態によれば、聴取者位置検出部107と、検出位置でのHRTF係数を検索するHRTF係数データベース108とを設けて、HRTF係数を用いて音像制御することによって、聴取者104の位置に依存することなく、バーチャルサラウンド効果を得ることができる。

【0029】(実施の形態2)次に本発明の実施の形態2におけるバーチャルサラウンド装置について、図面を参照しながら説明する。図5は本実施の形態におけるバーチャルサラウンド装置の構成を示すブロック図であり、実施の形態1と同一部分は同一の符号を付けて詳細な説明を省略する。このバーチャルサラウンド装置は、音像制御部101、前方左スピーカ102、前方右スピーカ103、聴取者位置検出部107、HRTF係数演算部501を含んで構成される。

【0030】本実施の形態のバーチャルサラウンド装置

は、図1のHRTF係数データベース108をHRTF係数演算部501に置き換えたものである。HRTF係数演算部501は、聴取者位置検出部107から入力された位置情報による検出位置と、基準位置でのHRTF係数から、検出位置でのHRTF係数を演算によって求めるものである。例えば、聴取者104の基準位置が前方左スピーカ102、前方右スピーカ103から等距離の見開き角60度の地点とすると、そこからの前後左右位置の聴取者104の左右の耳部に生じる音圧の振幅と位相項の変化は良く知られている。このような内容は、参考文献「新版 聴覚と音声」三浦種敏監 電子情報通信学会(コロナ社)1980年、又は「聴覚と音響心理」境久雄編著/中山剛共著、コロナ社、1978年に記載されている。このような方法を用いて、基準位置以外のHRTF係数を、基準位置でのHRTF係数と基準位置からのずれ分の振幅と位相項のインパルス応答の畳み込み演算で求める。そして音像制御部101でバーチャルサラウンド処理すれば、実施の形態1と同様に、聴取者104は受聴位置によらずバーチャルサラウンド効果を得ることができる。

【0031】以上のように本実施の形態によれば、聴取者位置検出部107と、検出位置でのHRTF係数を演算によって求めるHRTF係数演算部501を設けて、得られたHRTF係数を用いて音像制御することによって、聴取者104は受聴位置によらずバーチャルサラウンド効果を得ることができる。

【0032】(実施の形態3)次に本発明の実施の形態3におけるバーチャルサラウンド装置について、図面を参照しながら説明する。図6は本実施の形態におけるバーチャルサラウンド装置の構成を示すブロック図であり、実施の形態1と同一部分は同一の符号を付けて詳細な説明を省略する。このバーチャルサラウンド装置は、音像制御部101、前方左スピーカ102、前方右スピーカ103、複数のマイクロホンが取り付けられた送受信機600、受信部605、位置検出信号発生部606、HRTF係数データベース108を含んで構成される。

【0033】位置検出信号発生部606は音像制御部101のオーディオ信号L, R, SWを入力として、前方左スピーカ102、前方右スピーカ103に位置検出用のオーディオ信号を出力するものである。送受信機600は等間隔に角度分割された位置にマイクロホン601, 602, 603, 604が半径方向に向けて取り付けられたもので、收音した信号を処理して受信部605

に送信する。受信部605は送受信機600からの送信信号を受信し、HRTF係数データベース108に送受信機600の位置情報を出力するものである。

【0034】以上のように構成されたバーチャルサラウンド装置のうち、本実施の形態の特徴である聴取者104の位置検出方法について、図6及び図7を用いて説明する。位置検出信号発生部606では、入力された多チャンネルのオーディオ信号から、左右スピーカから同相で出力可能な信号を前方左スピーカ102、前方右スピーカ103より出力する。例えば、Dolby Digital (AC-3)信号の場合は、低音用のオーディオ信号SW（スーパーウーファ用のオーディオ信号）を入力し、位置検出信号発生部606で前方左チャンネルのオーディオ信号Lと前方右チャンネルのオーディオ信号Rと合成し、合成音を前方左スピーカ102、前方右スピーカ103より出力する。

【0035】前方左スピーカ102、前方右スピーカ103より出力された音は、送受信機600に内蔵されている複数のマイクロホン601～604のいずれかに入力される。これらのマイクロホンを夫々単一指向性にしておけば、図6の場合、前方右スピーカ103からのオーディオはマイクロホン601のみから検出され、前方左スピーカ102からのオーディオはマイクロホン602のみから検出される。

【0036】次にマイクロホンの出力を低域通過フィルタを通すことにより、合成音から低音用のSWチャンネルのオーディオ信号を抽出することができる。図7は2つのマイクロホンから抽出された出力波形の一例である。図7のように2つの波形に Δt の時間差がある場合、2つの前方左スピーカ102及び前方右スピーカ103から送受信機600までの距離の差は次の(5)式で求められる。

$$Ll - Lr = \Delta t \times (\text{音速}) \quad \dots (5)$$

送受信機600は、收音時刻差 Δt 又は收音時刻 t を時刻情報として受信部605に送信し、それによって受信部605は受信した時刻情報から位置情報を生成し、HRTF係数データベースを検索する。送受信機600を聴取者104の近くに置いておけば、受信部605が受け取った時刻情報から聴取者104の受聴位置を割り出し、それに合ったHRTF係数を用いて音像制御部101でのバーチャルサラウンド処理を行うことができる。

【0037】送受信機600を聴取者104の近くに置くには、送受信機600を小型にし、例えばブローチのように聴取者104の衣服にクリップで留めたりする方法がある。またスピーカ音量などの機器動作をコントロールするリモコンに内蔵する方法がある。こうすると、聴取者104が手元に置くのに負担のない形態にすることができる。

【0038】なお、送受信機600では(5)式の計算は行わず、送受信機600から受信部605に対して図

7に示すようなマイクロホンの出力波形を受信波形情報としてそのまま送信し、以降の処理、即ち位置情報を生成する処理を受信部605で行っても良い。

【0039】なお、上記の送受信機600で、位置検出ボタンを押したときに受信と位置検出と送信とを行うようにすれば、常時送受信を行うよりも消費電力を低減できる。

【0040】なお、上記の送受信機600に、ジャイロなどの動き検出部を設け、聴取者104が移動したことを検出したときに、受信と位置検出と送信とを行うようにすれば、聴取者104が移動した際にも聴取者104に手間をかけずにバーチャルサラウンド効果を持続させることができる。

【0041】以上のように、前方2つのスピーカから同相の音声信号を出力し、聴取者104の近くに置かれた送受信機600の内蔵マイクロホンの出力信号から送受信機の位置を検出し、それによってHRTF係数データベースを検索すれば、聴取者位置に合ったHRTF係数を用いて音像制御部101でのバーチャルサラウンド処理を行うことができる。これによって聴取者104の位置に依存することなく、バーチャルサラウンド効果を得ることができる。

【0042】なお、本実施の形態では受信部605の出力によって、HRTF係数データベース108を検索するものとしたが、実施の形態2のようにHRTF係数データベース108の代わりに、HRTF係数演算部501を設けてHRTF係数データを演算するようにしてもよい。

【0043】（実施の形態4）次に本発明の実施の形態4におけるバーチャルサラウンド装置について、図面を参照しながら説明する。図8は本実施の形態におけるバーチャルサラウンド装置の構成を示すブロック図であり、実施の形態1～3と同一部分は同一の符号を付けて詳細な説明を省略する。このバーチャルサラウンド装置は、音像制御部101、前方左スピーカ102、前方右スピーカ103、複数の光センサ801～806が取り付けられた送受信機800、受信部809、光信号発生部807、808、HRTF係数データベース108を含んで構成される。

【0044】光信号発生部807は前方左スピーカ102の近くに設置され、強度変調された光信号を発生するものである。光信号発生部808は前方右スピーカ103の近くに設置され、強度変調された光信号を発生するものである。送受信機800は、等間隔に角度分割された位置に光センサ801、802、803、804、805、806が半径方向に向けて取り付けられ、光センサの出力信号を受光情報として検出部809に送信するものである。個々の光センサはレンズによって指向性を狭め、センサの中心方向から光がずれるに従って検出感度が低くなるように設定されている。検出部809は送

受信機800の受光情報と光信号発生部807、808からの光信号を入力し、聴取者の位置情報を生成し、HRTF係数データベース108に出力するものである。

【0045】以上のように構成されたバーチャルサラウンド装置の聴取者位置検出部の動作について、図8及び図9を用いて説明する。光信号発生部807、808は強度変調した光信号を異なるタイミングで出力する。光信号発生部807および808より出力された光信号を、送受信機800に内蔵された光センサ801~906のいずれかで受信し、受信された光の強度と光センサの番号を受光情報として検出部809に送信する。

【0046】図8のように光センサ801~806が配置された場合、各光センサの出力強度分布は図9のようになる。図9(a)は右側の光信号発生部808が光ビームを放射した場合、光センサ801~806の受信光強度を示している。図9(b)は左側の光信号発生部807が光ビームを放射した場合、光センサ801~806の受信光強度を示している。検出部809では、各光信号発生部807、808が信号を発生したタイミングで、各光センサ801~806の強度分布を読み取る。そして各光センサの取り付け位置及び指向特性に基づいて分析することによって、光信号の到来方向、即ち聴取者104から見た前方左右スピーカの方法を求めることができる。また、予め2つの光信号発生器807、808の間隔、即ち前方スピーカの間隔を検出部809に入力しておけば、三角測量法を用いて前方スピーカと送受信機800の距離を求めることができる。

【0047】検出部809は、このようにして求めた位置情報によってHRTF係数データベース108を検索する。送受信機800を聴取者104の近くに置いておけば、検出部809が生成した位置情報を聴取者104の位置として、それに合ったHRTF係数を用いて音像制御部101でのバーチャルサラウンド処理を行うことができる。送受信機800を聴取者104の近くに置くには、送受信機800を小型にし、例えばブローチのように聴取者104の衣服にクリップで留めたりする方法がある。またスピーカ音量などの機器動作をコントロールするリモコンに内蔵することにより、聴取者104が手元に置く方法がある。いずれの場合も受聴者104に対して負担のない形態にすることができる。

【0048】なお、上記の送受信機800は、位置検出ボタンを押したときに受信と位置検出と送信とを行うようにすれば、常時送受信を行うよりも消費電力を低減できる。なお、上記の送受信機800に、ジャイロなどの動き検出部を設け、聴取者104が移動したことを検出したときに、受信と位置検出と送信とを行うようにすれば、聴取者104が移動した際にも、聴取者104に手間をかけずにバーチャルサラウンド効果を持続させることができる。

【0049】以上のように、前方2つのスピーカの近く

に置いた光信号発生部から光信号を出力し、聴取者の近くに置かれた送受信機に内蔵の光センサを用いて送受信機の位置を検出し、それによってHRTF係数データベースを検索すれば、聴取者位置に合ったHRTF係数を用いて音像制御部でのバーチャルサラウンド処理を行うことができる。これによって聴取者は位置によらずバーチャルサラウンドの効果を得ることができる。

【0050】なお、本実施の形態では検出部809の出力によって、HRTF係数データベース108のHRTF係数を検索するものとしたが、実施の形態2のように、HRTF係数データベース108の代わりにHRTF係数演算部を設けてもよい。

【0051】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、本来は聴取者の前後スピーカから再生される3チャンネル以上の音声信号を入力し、頭部伝達関数(HRTF係数)を用いた信号処理によって後方等価前方オーディオ信号を生成する。このオーディオ信号を前方左スピーカ及び前方右スピーカに与えることにより、前方スピーカのみを用いて聴取者の受聴位置に係わらずにバーチャルサラウンド効果を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1におけるバーチャルサラウンド装置の構成図である。

【図2】バーチャルサラウンド装置の動作原理を示す説明図(その1)である。

【図3】バーチャルサラウンド装置の動作原理を示す説明図(その2)である。

【図4】バーチャルサラウンド装置に用いられる音像制御部の機能ブロック図である。

【図5】本発明の実施の形態2におけるバーチャルサラウンド装置の構成図である。

【図6】本発明の実施の形態3におけるバーチャルサラウンド装置の構成図である。

【図7】実施の形態3における聴取者位置検出部の動作原理を示す波形図である。

【図8】本発明の実施の形態4におけるバーチャルサラウンド装置の構成図である。

【図9】実施の形態4における聴取者位置検出部の動作原理を示す説明図である。

【符号の説明】

- 101 音像制御部
- 102 前方左スピーカ
- 103 前方右スピーカ
- 104 聴取者
- 105 仮想後方左スピーカ
- 106 仮想後方右スピーカ
- 107 聴取者位置検出部
- 108 HRTF係数データベース
- 501 HRTF係数演算部

600, 800 送受信機

601~604 マイクロホン

605 受信部

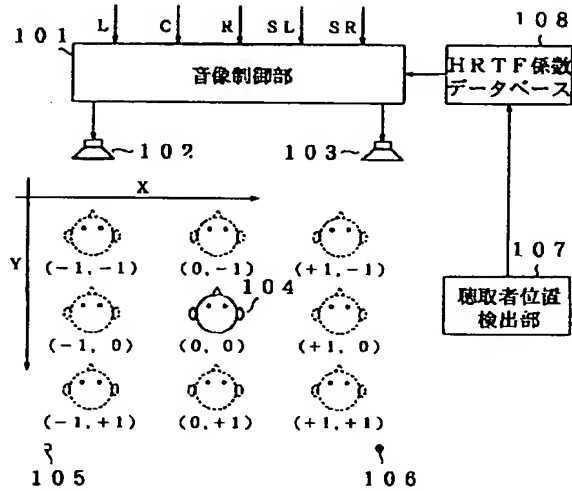
606 位置検出信号発生部

801~806 光センサ

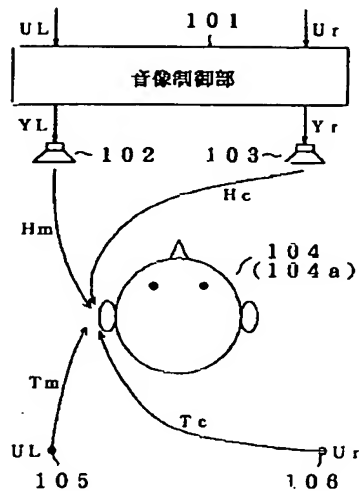
807, 808 光信号発生部

809 検出部

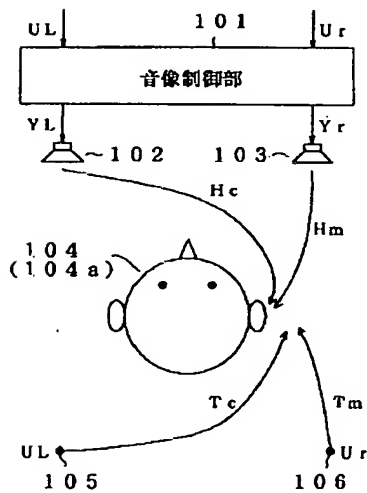
【図1】



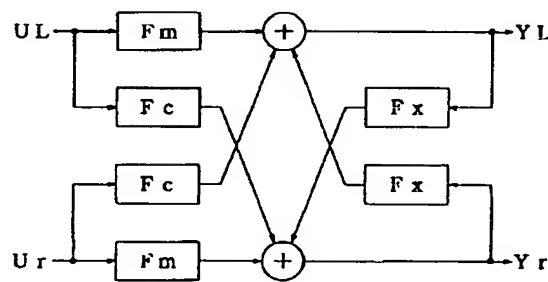
【図2】



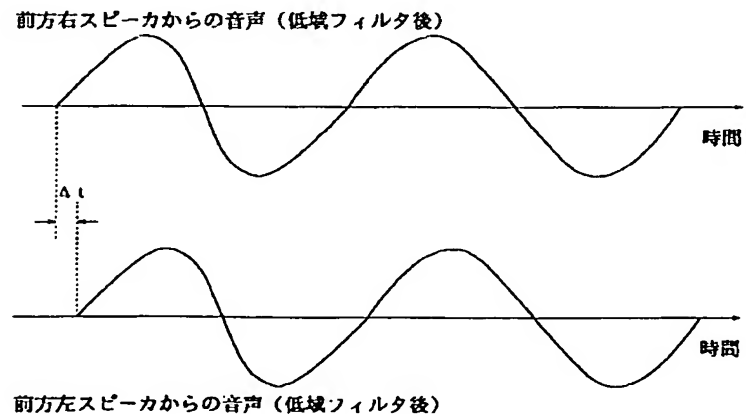
【図3】



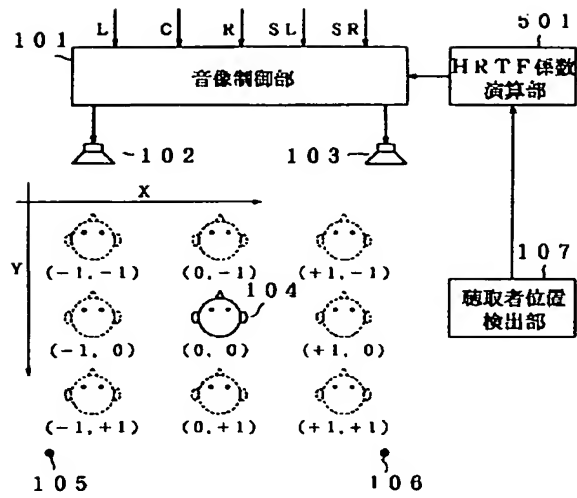
【図4】



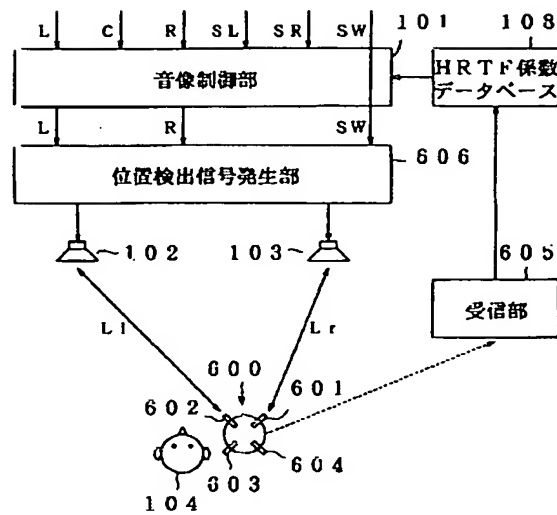
【図7】



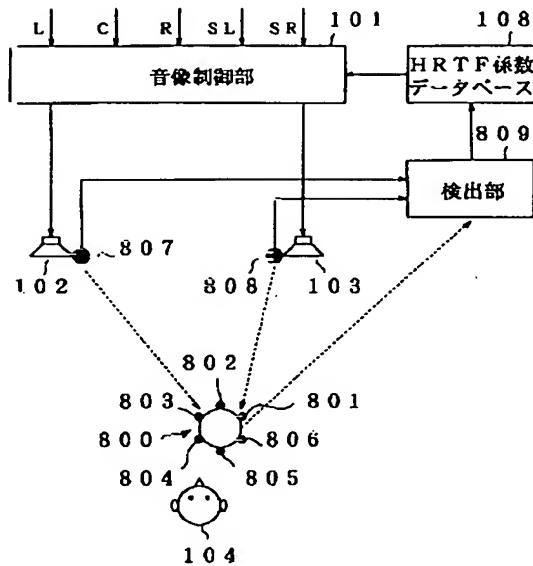
【図5】



【図6】



【図8】



【図9】

